

内湾の粒状有機物の沈降過程における酸素消費と化学組成の変化

東北大学工学部

学生会員

○小笠原 央輔

東北大学大学院工学研究科

非会員

畠山 勇二

東北大学大学院工学研究科

正会員

西村 修

東北大学大学院工学研究科

正会員

坂巻 隆史

1 はじめに

志津川湾は宮城県南三陸町に面するカキ養殖が盛んな比較的開放性が高い閉鎖性内湾である¹⁾。同湾では、海中の栄養塩や有機物の濃度は低いが、底層では貧酸素水塊の形成が確認されている²⁾。貧酸素水塊は酸欠や嫌気性の硫酸還元による硫化水素の発生により水棲生物の斃死を引き起こす。そのため貧酸素水塊形成プロセスの理解は重要である。

筆者らが2020年8月に志津川湾で行った酸素消費実験では、粒状有機物の酸素消費速度が深さ方向に著しく低下していた。これは貧酸素水塊の形成につながる酸素消費が底層で主に起こっているという通説に合致せず、その解析が貧酸素化メカニズムの理解の進展につながる可能性を示唆する。

そこで、海水中の粒状有機物は沈降していく過程で分解しながら本来底層に拡散されるはずの酸素を消費し、一方で粒状有機物自体は化学的に変質し酸素消費活性を失っていくのではないかと、という仮説のもと本研究を進めた。特に、本研究では、志津川湾において、海水中の粒状有機物のうち沈降しているものと浮遊しているもので区別し、それぞれの化学的特性を水深方向に評価することで、内湾海水中の沈降過程における粒状有機物の化学的性質の変化を評価した。さらに、それらの酸素消費速度を測定することにより、海水中の粒状有機物の質変化が酸素消費速度に与える影響を評価した。

2 実験方法

2020年11月志津川湾航路部で4水深帯(2, 5, 10, 21m)からの採水及びセディメントトラップ沈降物の採取を3セット行い、浮遊有機物と沈降有機物を採取した。サンプルを吸引濾過し、ガラス濾紙上に捕捉された懸濁物を元素分析と脂肪酸組成分析の試料とした。酸素消費速度は、バイアル中に懸濁させた試料の溶存酸素濃度を蛍光式非接触型DOセンサー(PreSens社)を用いて時系列で測定することで推定した。脂肪酸組成分析にはガスクロマトグラフ(GC-2014, 株式会社島津製作所; キャピラリーカラムはSelectFAME, 100m, 0.25mm, Agilent社)を、安定同位体比分

析には有機微量元素分析機(Flash2000, Thermo Scientific)及び次世代型同位体比質量分析器(DELTA V ADVANTAGE, Thermo Scientific)を用いた。

2 結果と考察

粒状有機炭素(POC)濃度は水深が深くなるごとに低下する傾向にあったが、その沈降フラックスは底層付近で他水深帯よりも著しく大きかった(図-1)。沈降物の炭素量あたり脂肪酸含有量は著しく小さかった(図-2)。

浮遊物と比較して沈降物の酸素消費速度が大きかった(図-3)。藻類由来脂肪酸と沈降粒子の酸素消費速度との間に弱い関係性があった(図-4)のは、藻類の分解性の高さに起因しているものと考えられる。また、沈降粒子のBSFAと酸素消費速度とにも弱い正の関係があった(図-4)。沈降粒子は比較的BFSAの割合が高かったことから、細菌による分解にともなう酸素消費の寄与が大きかったと考えられた(図-5)。

浮遊物の酸素消費速度が負となったことについては、粒子の分解活性が酸素消費の定量レベルに満たなかった可能性がある。過去に同湾を対象に行われた酸素消費実験では、季節間で粒状有機物の酸素消費速度が大きく変動し、特に夏季以外の酸素消費速度は小さかった。本研究においても、秋季に採取された粒状有機物の分解活性が低かったものと考えられる。

水深ごとの炭素同位体比の測定結果では、表層付近における沈降物中の $\delta^{13}\text{C}$ が高かった(図-6)。表層付近において $\delta^{13}\text{C}$ の高い粒子が選択的に沈降していたと考えられ、有機物の分解性の観点からは、最終的に $\delta^{13}\text{C}$ が低い(^{12}C 含有量が多く)かつ分解されにくい陸上植物起源の有機物が沈降過程で残存したことが考えられる。一方で、炭素循環で代謝される炭素は主に ^{12}C であり、光合成や呼吸によっても粒子の炭素同位体比が変動する。水深が深くなるほど浮遊物と沈降物の炭素同位体比の差が小さくなったことについては、表層付近の沈降粒子が沈降していく過程で有機物中の ^{12}C を呼吸によって減少させ、 $\delta^{13}\text{C}$ を大きく低下させたことに起因した可能性もある。

Key words: 酸素消費 POC 沈降粒子 浮遊粒子 DO 貧酸素水塊

連絡先: 〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 東北大学工学部 建築・社会環境工学科
環境生態工学研究室

TEL: 022-795-7470 FAX: 022-795-747

粒状有機物の脂肪酸組成に関する主成分分析の結果からは、浮遊物の方が沈降物よりも光合成の担い手である藻類のマーカー脂肪酸の割合が高い傾向にあった。特に、比較的浅い水深帯（主に 5m 地点）においては、沈降物の珪藻由来脂肪酸の割合が高かったため、光合成活性を持った珪藻起源の粒子が浅い水深帯から選択的に沈降していた可能性が考えられる。

まとめ

沈降粒子は細菌による分解がより強く作用することで、浮遊粒子と比較して酸素消費活性が大きいことが示唆された。今後、沈降過程での酸素消費が、底層への溶存酸素の拡散をどの程度低下させるかを検討する必要がある。

参考文献

- 1) 「閉鎖性海域ネット 志津川湾」
(環境省)(2021年1月20日に利用)
(https://www.env.go.jp/water/heisa/heisa_net/waters/sizugawawan.html)
- 2) 柳哲雄, シンポジウム「貧酸素水塊」まとめ,
沿岸海洋研究ノート第26巻, 第2号, 1989

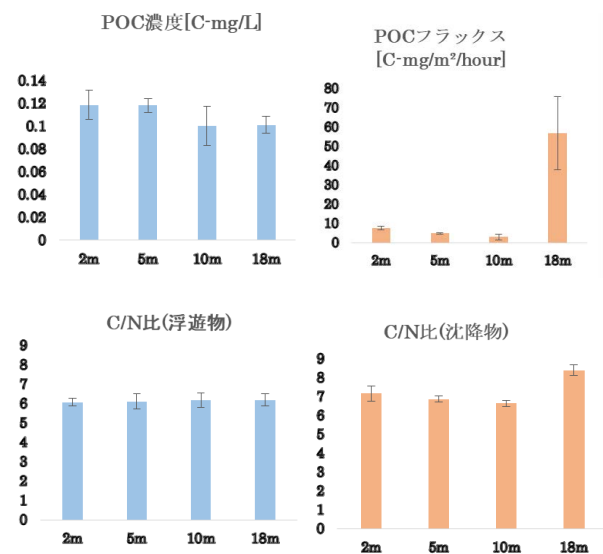


図-1 浮遊性・沈降性有機物の炭素量及び C/N 比

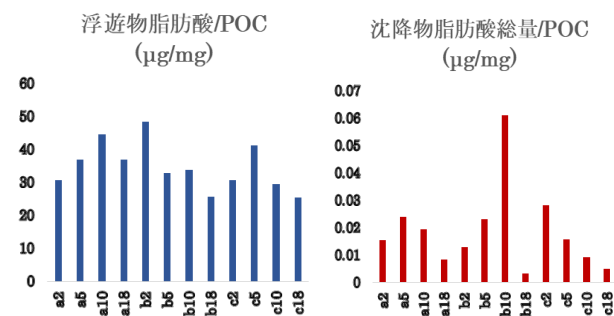


図-2 浮遊性・沈降性有機物の脂肪酸含有量

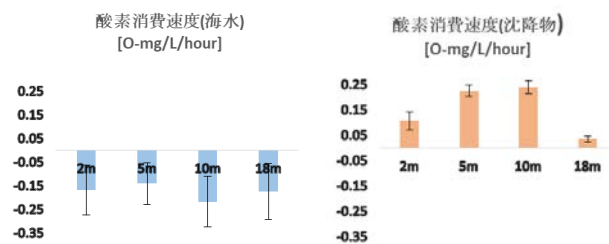


図-3 [酸素消費速度/POC]の比較

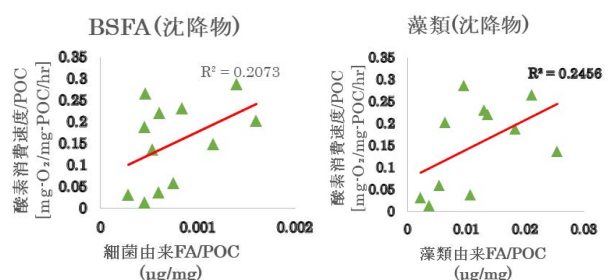


図-4 粒状有機物の化学組成と酸素消費速度の関係

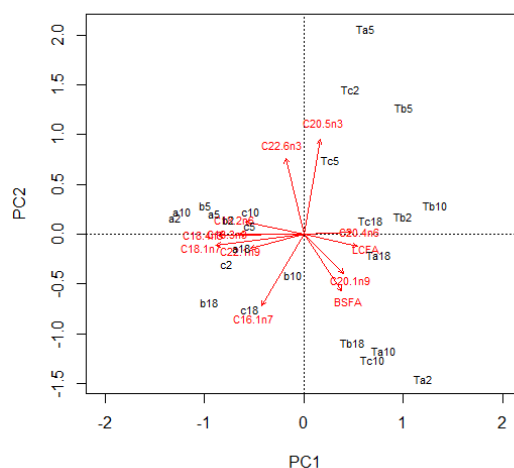


図-5 粒状有機物の脂肪酸組成の主成分分析
(a,b,c : 3 地点, 数値 : 水深帯, T : トラップ沈降物)

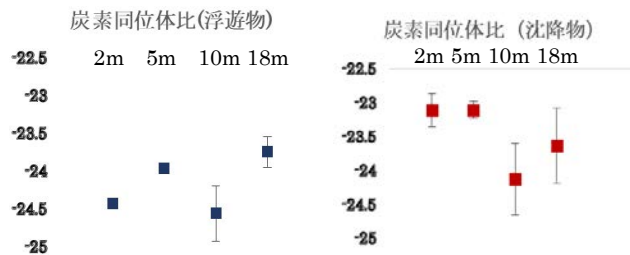


図-6 各水深帯における粒状有機物の炭素同位体比